

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-135077

(43)Date of publication of application : 10.05.2002

(51)Int.Cl.

H03H 9/145

H03H 3/08

(21)Application number : 2000-329341

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 27.10.2000

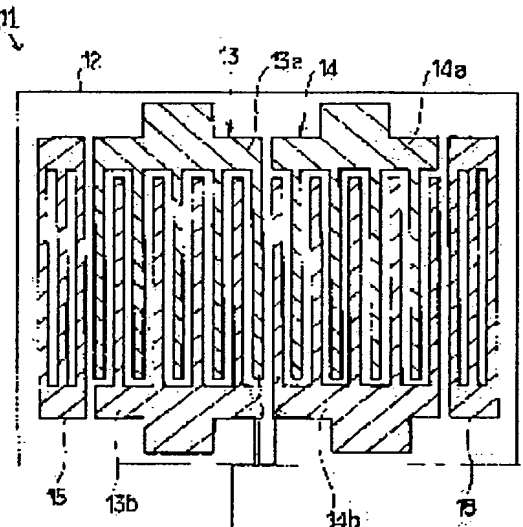
(72)Inventor : NAKAO TAKESHI
FUJIMOTO KOJI
KADOTA MICHIO
YONEDA TOSHIMARO

(54) SURFACE ACOUSTIC WAVE DEVICE AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a surface acoustic wave device which utilizes surface waves of SH type which comprises a structure capable of downsizing and reducing a ripple due to a lateral mode.

SOLUTION: At least one of IDTs 13, 14 composed of an electrode having a greater mass load effect than Al is formed on a crystal substrate 12, and when a metallization ratio of the IDT is (d) and an electrode film thickness is (h), the metallization ratio (d) and a standardized film thickness h/λ are controlled so that a ripple due to a lateral mode is 0.5 dB or less. In this manner, a surface acoustic wave device utilizes surface waves of SH type.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

04.07.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3435638

[Date of registration]

06.06.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-135077
(P2002-135077A)

(43) 公開日 平成14年5月10日 (2002.5.10)

(51) Int.Cl.⁷
H03H 9/145

識別記号

F I
H03H 9/145

テ-マ-ト* (参考)

C 5 J 0 9 7
Z

3/08

3/08

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2000-329341(P2000-329341)

(22) 出願日 平成12年10月27日 (2000.10.27)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所
京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 中尾 武志

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72) 発明者 藤本 耕治

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(74) 代理人 100086597

弁理士 宮▼崎▲ 主税

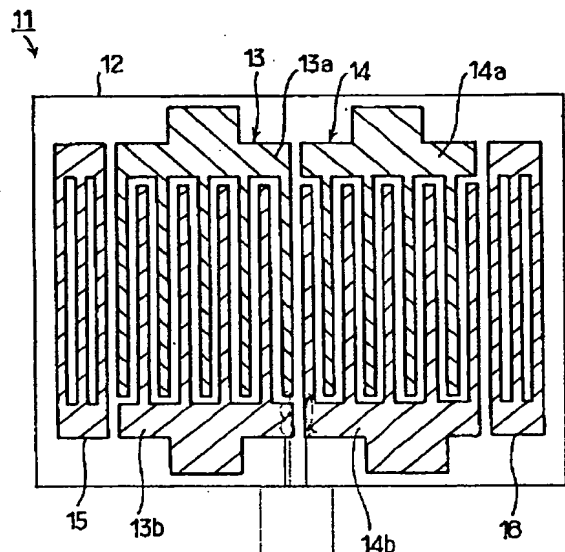
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 弾性表面波装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 小型化を図ることができ、かつ横モードによるリップルを低減し得る構造を備えたSHタイプの表面波を利用した弾性表面波装置を提供する。

【解決手段】 水晶基板12上に、Alに比べて質量負荷効果の大きな電極からなる少なくとも1つのIDT13、14が形成されており、IDTのメタライゼーションレシオをd、電極膜厚をhとしたときに、横モードによるリップルが0.5dB以下となるようにメタライゼーションレシオd及びIDTの規格化膜厚 h/λ が制御されている、SHタイプの表面波を利用した弾性表面波装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 水晶基板と、水晶基板上に形成されており、A1に比べて質量負荷効果の大きな電極からなる少なくとも1つのインターデジタルトランスデューサとを備えるSHタイプの表面波を利用した弾性表面波装置であって、

前記インターデジタルトランスデューサのメタライゼーションレシオを d 、表面波の波長を λ 、インターデジタルトランスデューサの電極膜厚を h としたときに、横モードによるリップルが0.5 dB以下となるように、メタライゼーションレシオ d 及びインターデジタルトランスデューサの規格化膜厚 h/λ が所定の範囲に制御されている、弾性表面波装置。

【請求項2】 前記インターデジタルトランスデューサが、A1よりも質量の大きな金属からなる少なくとも1層の電極層を含む、請求項1に記載の弾性表面波装置。

【請求項3】 前記インターデジタルトランスデューサが、A1よりも質量の大きな単一の金属により構成されている、請求項1に記載の弾性表面波装置。

【請求項4】 水晶基板と、前記水晶基板上に形成されており、Taからなる少なくとも1つのインターデジタルトランスデューサとを備えるSHタイプの表面波を利用した弾性表面波装置であって、

前記インターデジタルトランスデューサのメタライゼーションレシオを d 、表面波の波長を λ 、インターデジタルトランスデューサの膜厚を h としたときに、インターデジタルトランスデューサの規格化膜厚 h/λ が、 $0.6d+1.65\sim 0.6d+1.81$ の範囲にあることを特徴とする、弾性表面波装置。

【請求項5】 水晶基板と、前記水晶基板上に形成されており、Wからなる少なくとも1つのインターデジタルトランスデューサとを備えるSHタイプの表面波を利用した弾性表面波装置であって、

前記インターデジタルトランスデューサのメタライゼーションレシオを d 、表面波の波長を λ 、インターデジタルトランスデューサの膜厚を h としたときに、インターデジタルトランスデューサの規格化膜厚 h/λ が、 $0.6d+0.85\sim 0.6d+1.30$ の範囲にあることを特徴とする、弾性表面波装置。

【請求項6】 前記 h/λ が、 $0.6d+1.00\sim 0.6d+1.23$ の範囲にある、請求項5に記載の弾性表面波装置。

【請求項7】 縦結合共振子フィルタを構成するように、前記インターデジタルトランスデューサが複数個形成されている、請求項1～6のいずれかに記載の弾性表面波装置。

【請求項8】 少なくとも2段の前記縦結合共振子フィルタが縦続接続されている、請求項7に記載の弾性表面

波装置。

【請求項9】 1ポート型弾性表面波共振子を構成するように前記インターデジタルトランスデューサが前記水晶基板上に配置されている、請求項1～6のいずれかに記載の弾性表面波装置。

【請求項10】 前記水晶基板上に、前記インターデジタルトランスデューサが複数個形成されており、各インターデジタルトランスデューサが1ポート型弾性表面波共振子を構成しており、かつ前記水晶基板上においてラダー型フィルタを構成するように接続されている、請求項1～6のいずれかに記載の弾性表面波装置。

【請求項11】 前記水晶基板上に、前記インターデジタルトランスデューサが複数個形成されており、各インターデジタルトランスデューサが1ポート型弾性表面波共振子を構成しており、かつ前記水晶基板上においてラチス型フィルタを構成するように接続されている、請求項1～6のいずれかに記載の弾性表面波装置。

【請求項12】 請求項1～11のいずれかに記載の弾性表面波装置を用いた通信装置。

【請求項13】 水晶基板を用意する工程と、前記水晶基板上にA1よりも質量負荷効果が大きい金属膜を形成する工程と、

弾性表面波装置のインターデジタルトランスデューサのメタライゼーションレシオを d 、膜厚を h 、表面波の波長を λ としたときに、横モードスプリアスが1.5 dB以下となるメタライゼーションレシオ d 及びインターデジタルトランスデューサの規格化膜厚 h/λ を満たすように前記金属膜を反応性イオンエッチングまたはリフトオフプロセスによりパターニングして少なくとも1個のインターデジタルトランスデューサを形成する工程とを備えることを特徴とする、SHタイプの表面波を利用した弾性表面波装置の製造方法。

【請求項14】 前記金属膜がTaからなり、かつ前記規格化膜厚 h/λ が $0.6d+1.50\sim 0.65d+1.87$ の範囲となるように前記反応性イオンエッチングまたはリフトオフプロセスによりパターニングが行なわれて、少なくとも1個のインターデジタルトランスデューサが形成される、請求項13に記載の弾性表面波装置の製造方法。

【請求項15】 前記規格化膜厚 h/λ が $0.6d+1.65\sim 0.6d+1.81$ の範囲となるように前記反応性イオンエッチングまたはリフトオフプロセスによる、パターニングが行なわれる、請求項14に記載の弾性表面波装置の製造方法。

【請求項16】 前記金属膜がWからなり、前記規格化膜厚 h/λ が $0.6d+0.85\sim 0.6d+1.30$ を満たすように、反応性イオンエッチングまたはリフトオフプロセスによりパターニングが行なわれて、少なくとも1個のインターデジタルトランスデューサが形成される、請求項13に記載の弾性表面波装置の製造方法。

【請求項17】 前記規格化膜厚 h/λ が $0.6d + 1.00 \sim 0.6d + 1.23$ の範囲となるように前記反応性イオンエッチングまたはリフトオフプロセスによるパターニングが行なわれる、請求項16に記載の弾性表面波装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば弾性表面波共振子や弾性表面波フィルタなどの弾性表面波装置及びその製造方法に関し、より詳細には、SHタイプの表面波を用いており、かつ横モードスプリアスを低減する構造が備えられた弾性表面波装置及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、弾性表面波装置では、インターデジタルトランスデューサ（IDT）等の電極材料としてAlまたはAlを主成分とする合金が広く用いられている。また、少なくとも1つのIDTが圧電基板上に設けられており、IDTが設けられている領域の両側に反射器あるいは反射端面が配置されており、それによって共振子または縦結合型共振子フィルタ等が構成されている。

【0003】この種の弾性表面波装置では、IDTが導波路となつて、横モードが生じ、該横モードに起因するリップルが通過帯域内に生じることがある。横モードによるリップルを低減するために、従来種々の方法が試みられている。例えば、IDTの交差幅を小さくする方法、あるいは、重み付けを施す方法等が試みられている。

【0004】他方、水晶基板を用い、水晶基板上に、Alに比べて大きな質量を有するTaを主体とする金属または合金により、IDTを構成してなる、SHタイプの表面波を利用した表面波装置が提案されている（特開平11-298290号公報）。ここでは、質量の大きなTaを主体とする金属または合金によりIDTを構成することにより、IDTの電極指の対数が10～20対程度と非常に少なくされており、それによって表面波装置の小型化が図られている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】Taを主成分とする電極のように、質量負荷効果が大きな電極材料を用いると、IDTが設けられている領域の音速が周囲の音速より極端に遅くなる。そのため、IDT部分における導波路効果が非常に大きくなる。

【0006】従って、図13に示すように、縦結合共振子フィルタを構成した場合、矢印Xで示す、横モードによるリップルが複雑化し、かつ非常に大きくなる。前述したように、横モードによるリップルをフィルタの通過帯域内や共振子の共振点近傍から除去する方法として、従来、①交差幅を小さくし、基本モードと横モードとの

周波数間隔を大きくする方法、あるいは②IDTの交差幅に \cos^2 関数等による重み付けを行なうことにより、横モードを打ち消す方法等が試みられている。

【0007】①の方法では、交差幅を 10λ （ λ は表面波の波長）以下にする必要がある。他方、水晶基板を用い、電極指の対数が10～20程度のIDTを用いて表面波装置を構成した場合、入出力インピーダンスは2k Ω を超え、非常に高くなり、実際の製品に用いることができなくなる。従って、電極指の対数を増加させてインピーダンスを低下させる必要がある。

【0008】すなわち、上記先行技術に記載の表面波装置では質量の大きなTaを主成分とする電極を形成して、IDTの対数を低減することが可能とされているにも関わらず、交差幅を小さくする方法を採用すると逆に、入出力インピーダンスを低下させるために電極指の対数を増加させねばならず、表面波装置の小型化を進めることができなくなる。

【0009】②の方法では、重み付け自体による損失が増大するという問題があった。加えて、重み付けにより交差幅領域の面積が減少することになるため、①の方法の場合と同様に、表面波装置のインピーダンスが非常に高くなる。従って、インピーダンスを低減しようとした場合、交差幅を必要な長さの2倍以上にしなければならぬ。その結果、やはり表面波装置の小型化を進めることができなくなる。

【0010】すなわち、①及び②のいずれの方法を用いた場合にも、横モードによりリップルを低減しようとした場合、上記先行技術に記載の方法の利点である小型化が損なわれてしまうことになる。

【0011】本発明の目的は、Alよりも質量負荷効果が大きな材料を用いて構成されている電極構造を有し、小型化を図ることができるとともに、横モードによるリップルを効果的に抑圧し得る構造を備えた、SHタイプの表面波を利用した弾性表面波装置及びその製造方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本願の第1の発明によれば、水晶基板と、水晶基板上に形成されており、Alに比べて質量負荷効果の大きな電極からなる少なくとも1つのIDTとを備え、前記IDTのメタライゼーションレシオをd、表面波の波長を λ 、IDTの電極膜厚をhとしたときに、横モードによるリップルが0.5dB以下となるように、メタライゼーションレシオd及びIDTの規格化膜厚 h/λ が所定の範囲に制御されている、SHタイプの弾性表面波装置が提供される。

【0013】第1の発明に係る弾性表面波装置の特定の局面では、IDTがAlよりも質量の大きな金属からなる少なくとも1層の電極層を含む。また、第1の発明の別の特定の局面では、IDTがAlよりも質量の大きな単一の金属で構成されている。

【0014】本願の第2の発明によれば、水晶基板と、前記水晶基板上に形成されており、 Ta からなる少なくとも1つのIDTとを備え、前記IDTのメタライゼーションレシオを d 、表面波の波長を λ 、IDTの膜厚を h としたときに、IDTの規格化膜厚 h/λ が、 $0.6d+1.65\sim 0.6d+1.81$ の範囲にある、弾性表面波装置が提供される。

【0015】本願の第3の発明によれば、水晶基板と、前記水晶基板上に形成されており、 W からなる少なくとも1つのインターデジタルトランスデューサとを備えるSHタイプの表面波を利用した弾性表面波装置であって、前記インターデジタルトランスデューサのメタライゼーションレシオを d 、表面波の波長を λ 、インターデジタルトランスデューサの膜厚を h としたときに、インターデジタルトランスデューサの規格化膜厚 h/λ が、 $0.6d+0.85\sim 0.6d+1.30$ の範囲にあることを特徴とする、弾性表面波装置が提供される。

【0016】第3の発明によれば、上記構成により、横モードによるリップルが 1.5 dB 以下とされる。また、第3の発明の特定の局面では、上記規格化膜厚 h/λ は、 $0.6d+1.00\sim 0.6d+1.23$ の範囲とされ、それによって横モードリップルが 0.5 dB 以下とされる。

【0017】第1～第3の発明の特定の局面では、縦結合共振子フィルタを構成するように上記IDTが複数個構成されている。また、第1、第2の発明のさらに限定された局面では、少なくとも2段の上記縦結合共振子フィルタが縦続接続されている。

【0018】第1～第3の発明の別の特定の局面では、1ポート型弾性表面波共振子を構成するように上記IDTが水晶基板上に配置されている。第1～第3の発明のさらに他の局面では、上記水晶基板上に、IDTが複数個形成されており、各IDTが1ポート型弾性表面波共振子を構成しており、かつ水晶基板上においてラダー型フィルタを構成するように接続されている。

【0019】第1～第3の発明のさらに別の特定の局面では、水晶基板上に上記IDTが複数個形成されており、各IDTが1ポート型弾性表面波共振子を構成しており、かつ水晶基板上において、ラチス型フィルタを構成するように接続されている。

【0020】第1～第3の発明に係る弾性表面波装置は、弾性表面波共振子や弾性表面波フィルタ等に広く用いられるが、本発明の特定の局面では、第1～第3の発明に係る弾性表面波装置を用いた通信装置が提供される。

【0021】本願の第4の発明はSHタイプの表面波を利用した弾性表面波装置の製造方法であって、水晶基板を用意する工程と、前記水晶基板上に Al よりも質量負荷効果が大きい金属膜を形成する工程と、弾性表面波装置のIDTのメタライゼーションレシオを d 、膜厚を

h 、表面波の波長を λ としたときに、横モードスプリアスが 1.5 dB 以下となるメタライゼーションレシオ d 及びIDTの規格化膜厚 h/λ を満たすように前記金属膜を反応性イオンエッチングまたはリフトオフプロセスによりパターニングして少なくとも1個のIDTを形成する工程とを備えることを特徴とする。

【0022】第4の発明のある特定の局面では、金属膜が Ta からなり、上記規格化膜厚 h/λ が $0.6d+1.50\sim 0.6d+1.87$ 、好ましくは、 $0.6d+1.65\sim 0.6d+1.81$ となるように、 Ta 膜が反応性イオンエッチングまたはリフトオフプロセスによりパターニングされて、少なくとも1個のインターデジタルトランスデューサが形成される。

【0023】また、第4の発明の特定の局面では、上記金属膜が W からなり、 h/λ が $0.6d+0.85\sim 0.6d+1.30$ の範囲、好ましくは $0.6d+1.00\sim 0.6d+1.23$ の範囲となるように、 W が反応性イオンエッチングまたはリフトオフプロセスによりパターニングされて、少なくとも1個のインターデジタルトランスデューサが形成される。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ、本発明の具体的な実施例を説明することにより、本発明を明らかにする。

【0025】図1は、本発明の第1の実施例に係る弾性表面波装置としての縦結合共振子型フィルタを示す模式的平面図である。縦結合共振子型フィルタ11では、矩形板上の水晶基板12が用いられている。水晶基板12上に、IDT13、14が形成されている。IDT13、14はそれぞれ、互いに間挿し合う電極指を有する1対のくし歯電極13a、13b、14a、14bを有する。各くし歯電極13a、13b、14a、14bの電極指の延びる方向は、表面波伝搬方向と直交する方向である。

【0026】従って、IDT13、14は、表面波伝搬方向に沿って配置されている。IDT13、14の設けられている領域の表面波伝搬方向両側に、グレーティング反射器15、16が配置されている。反射器15、16は、複数本の電極指を両端で短絡した構造を有し、反射器15、16の電極指は、表面波伝搬方向と直交する方向に延ばされている。

【0027】縦結合共振子型弾性表面波フィルタ11では、IDT13、14及び反射器15、16は、 Al よりも質量が大きい電極材料である Ta により構成されている。また、IDT13、14においては、メタライゼーションレシオを d 、電極の膜厚を h 、表面波の波長を λ としたときに、IDT13、14の表面波の波長で規格化された規格化膜厚 h/λ が $0.6d+1.65\sim 0.6d+1.81$ の範囲とされている。

【0028】なお、メタライゼーションレシオ d とは、

IDT13, 14において、電極指間ギャップの表面波伝搬方向に沿う幅寸法と電極指の幅寸法すなわち表面波伝搬方向に沿う寸法との和に対する電極指の幅寸法の割合をいうものとする。

【0029】本実施例では、IDT13, 14が質量の大きなTaにより構成されているので、IDT13, 14の電極指の対数を十数対以下と少なくすることができ、小型化を進めることができる。

【0030】本願発明者らは、IDT13, 14を、Taからなる質量の大きな電極材料を構成して、IDTの電極指の対数を少なくした場合であっても、規格化膜厚 h/λ とメタライゼーションレシオを上記特定の範囲とすれば、横モードのリップルを効果的に抑圧することを見だし、本発明をなすに至った。

【0031】これを、具体的な実験例に基づき説明する。上記水晶基板12として、オイラー角(0° , 127° , 90°)で表わされる結晶方位の水晶基板状に、Taを電極材料として用い、IDT13, 14及び反射器15, 16を形成した。この場合、IDT13, 14の電極指の対数は、13対とし、反射器15, 16の電極指の本数は10本とした。また、IDT13, 14のメタライゼーションレシオ d が、 $0.5 \sim 0.90$ の範囲において、規格化膜厚 h/λ が $0.017 \sim 0.025$ の範囲で異なるように、SH波を利用した種々の縦結合共振器型弾性表面波フィルタ11を作製した。図2及び図3にこのようにして作製された弾性表面波装置内の一部の構造の減衰量周波数特性を示す。図2(a)に示す特性は、メタライゼーションレシオ $d=0.75$ 、 $h/\lambda=0.018$ の場合の結果を示す。図2(b)に示す特性は、メタライゼーションレシオ $d=0.75$ 、 $h/\lambda=0.02$ の場合の特性を示す。図3(a)は、メタライゼーションレシオ $d=0.75$ 、 $h/\lambda=0.022$ の場合の特性を示す。図3(b)は、メタライゼーションレシオ $d=0.75$ 、 $h/\lambda=0.024$ の場合の特性を示す。

【0032】また、図2(a)～図3(b)において、破線は、縦軸の減衰量を右側のスケールで拡大した特性を示す。図2(a)に示す特性では、通過帯域の中央に矢印A1で示すリップルが現れており、かつ通過帯域よりも低域側においても多数のリップルY1～Y3が現れていることがわかる。また、図2(b)に示す特性においても、矢印A2で示すように、通過帯域内に大きなリップルが現れ、通過帯域の低域側においても矢印Y4～Y6で示すリップルの現れていることがわかる。

【0033】他方、図3(b)に示す特性では、通過帯域内において、矢印A3, A4で示す大きなリップルが現れており、かつ通過帯域よりも高域側において、リップルY7, Y8の現れていることがわかる。

【0034】これに対して、図3(a)に示す特性では、通過帯域内にさほど大きなリップルは現れておら

ず、かつ通過帯域よりも低域側及び高域側においても、通過帯域近傍にリップルがほとんど現れていないことがわかる。

【0035】従って、メタライゼーションレシオ d と、規格化膜厚 h/λ を調整することにより、電極指の対数を少なくして小型化を図った場合でも、横モードに起因するリップルを効果的に抑圧し得ることがわかる。

【0036】すなわち、本発明は、例えば、Taのように、Alよりも質量の大きな金属材料を用いてIDTを形成し、電極指の対数を低減して小型化を図った場合においても、横モードに起因するリップルが抑圧されるように、IDTのメタライゼーションレシオ d 及び規格化膜厚 h/λ の値を選択したことに特徴を有するものである。

【0037】上記のように、質量の大きな金属を用いてIDTを構成した場合、IDT13, 14内の音速が周囲よりも非常に遅くなり、導波路効果が強くなる。従って、先行技術において見られたように、横モードによるリップルが大きくなる。しかしながら、図2及び図3から明らかなように、ある特定の範囲の膜厚 h において、横モードによるリップルがほとんど生じないことがわかった。この膜厚よりも薄い場合には、図2(a)及び(b)に示したように、通過帯域の低周波数側に横モードによるリップルが現れ、上記特定の膜厚よりも厚い場合には、図3(b)に示したように、通過帯域よりも高周波側に横モードによるリップルが発生している。

【0038】上記のように、膜厚によりリップルの生じる周波数が、低周波数側から高周波数側へシフトする現象は、Alを主成分とする材料によりIDTを構成した弾性表面波装置ではみられない。ところが、TaのようにAlよりも大きな質量の金属材料を用いてIDT13, 14を構成した場合、リップル発生周波数が上記のようにシフトする現象がみられる。これは、以下の理由によると考えられる。

【0039】横モードの発生する周波数の計算方法の1つとして、導波路モデルを用いた解析方法が存在するので、この解析方法に基づいて説明を行なう。IDT13, 14の電極指に直交する方向を基準0 (rad)とし、そこから角度 θ (rad)だけずれた方向に伝搬する表面波の音速を $V_{\text{Saw}}(\theta)$ とする。さらに、 $V_{\text{Saw}}(\theta)$ を θ に関し、二次関数 $V_{\text{Saw}}(\theta) = V_0 \{1 + (\gamma/2)\theta^2\}$ で近似する。 γ は、一般に、基板音速の異方性指数と呼ばれているものであり、各種文献に記載されているものである。例えば、STカット水晶基板の場合、 $\gamma=0.378$ であることが知られている。

【0040】上記 γ を導入し、導波路モデルを使って、横モードの周波数を計算すると、 γ の値が -1 よりも大きい場合には、基本モードよりも高周波数側に横モードが現れ、 γ が -1 よりも小さい場合には、低周波数側に横モードが現れることがわかる。

【0041】従って、STカット水晶基板の場合には、基本モードよりも高周波側側に横モードが発生することになる。実際に、A1からなる電極を有し、レイリー波を用いた表面波装置では、横モードでは基本モードよりも高周波側に発生することが知られている。

【0042】なお、上記 γ は基板の音速異方性指数であるが、実際には基板上に電極が形成されている場合には、電極の質量等も考慮して音速異方性を検討しなければならない。従って、以下においては、電極の質量をも含めた音速異方性指数を γ_x とする。

【0043】以上の事実から、本願発明者らは、以下のように考えられることを見いだした。すなわち、現在表面波装置の電極材料として広く用いられている、A1を主成分とする電極材料を用いた場合、電極の膜厚やメタライゼーションレシオの影響による γ_x の変化は軽微で、基板自体の γ から大きく変動することはなかった。しかしながら、電極材料として、Taのような質量の大きな材料を用いた場合には、電極の質量負荷作用により、すなわち電極膜厚によっても、 γ_x が大きく変動する。電極膜厚が薄い場合には、 $\gamma_x < -1$ であり、通過帯域よりも低周波側に横モードが発生し、膜厚を厚くすると、 γ_x は次第に大きくなり、 $\gamma_x > -1$ となり、通過帯域よりも高周波側に横モードが発生すると考えられる。そして、 γ_x が、 $\gamma_x < -1$ から $\gamma_x > -1$ へ移行する $\gamma_x = -1$ 近傍で横モードが発生し難くなるため、3(a)に示したように、横モードによるリップルを低減または完全に除去し得ると考えられる。

【0044】上記の仮説を検証するために、有限要素法より、 γ_x を評価した。すなわち、メタライゼーションレシオ $d = 0.75$ の場合に、規格化膜厚 h/λ を変化させ、異方性指数 γ_x を求めた。結果を図4に示す。

【0045】図4から明らかなように、 $h/\lambda = 2.2\%$ 近傍を境界にして、 γ_x は、 $\gamma_x < -1$ の領域から $\gamma_x > -1$ の領域に移ることが明らかとなった。そこで、上記実験結果を考慮し、横モードにおきるリップルが事実上除去されていると考えられる範囲すなわちリップルが 0.5 dB 以下となる範囲を求めた。その結果、メタライゼーションレシオ $= 0.75$ の場合、規格化膜厚 h/λ を、 $2.10\% \sim 2.25\%$ (γ_x で -1.10 以上、 -0.96 以下)とすればよいことがわかった。

【0046】また、上記弾性表面波装置11において、メタライゼーションレシオ d を種々異ならせ、メタライゼーションレシオ d が他の値の場合においても、同様に有限要素法を用いて計算し、かつリップルが 1.5 dB 以下または 0.5 dB 以下に低減し得る範囲を求めた。結果を図5に示す。

【0047】図5から明らかなように、横モードによる帯域内リップルを 1.5 dB 以下とするには $0.6\text{ d} + 1.50 \sim 0.6\text{ d} + 1.87$ 、また 0.5 dB 以下にするには、 $0.6\text{ d} + 1.65 \leq h/\lambda \leq 0.6\text{ d} +$

1.81 の範囲とすればよいことがわかる。上記のように、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ11においては、交差幅重み付け等を行なわずとも、メタライゼーションレシオ d 及び規格化膜厚 h/λ を制御することにより、横モードに起因するリップルを効果的に抑圧し得ることがわかる。すなわち、縦結合共振子型弾性表面波フィルタ11の小型化を妨げることなく、横モードに起因するリップルを効果的に抑圧し得ることがわかる。

【0048】また、本願発明者らは、IDTの電極指交差幅の変化が、横モードリップルにどのように影響するかを調べた。図6(a)、(b)は、上記縦結合共振子型弾性表面波フィルタ11において、上記実験例と同様に、IDT13、14をTaで形成し、メタライゼーションレシオ $d = 0.75$ 、 $h/\lambda = 2.15\%$ とし、電極指交差幅を 10λ 、 25λ 、 40λ 、 60λ 、 80λ 及び 100λ と変化させた場合の各減衰量周波数特性を示す。なお、図6(a)及び(b)において、破線は、右側の拡大されたスケールで示す減衰量周波数特性の要部を示す。

【0049】図6(a)、(b)から明らかなように、交差幅を大きく変更しても横モードによるリップルが生じていないことがわかる。図4及び図5では、IDTをTaで形成したが、本発明においては、IDTを構成する電極材料はTaに限定されない。

【0050】本願発明者らは、Taに代えてWによりIDT13、14を形成し、図4及び図5と同様に、規格化膜厚 h/λ を変化させ、異方性指数 γ_x の変化を調べるとともに、メタライゼーションレシオ d を種々異ならせ、帯域内リップルを 1.5 dB 以下または 0.5 dB 以下に低減し得る範囲を求めた。結果を図7及び図8に示す。

【0051】図7から明らかなように、メタライゼーションレシオ $d = 0.75$ の場合、規格化膜厚 h/λ を、 $1.3\% \sim 1.75\%$ とすれば、リップルを 1.5 dB 以下とすることができ、 $1.45\% \sim 1.68\%$ の範囲とすれば、 0.5 dB 以下とし得ることがわかった。また、図8から明らかなように、メタライゼーションレシオ d を変化させた場合の結果から、横モードリップルを 1.5 dB 以下とするには $0.6\text{ d} + 0.85 \sim 0.6\text{ d} + 1.30$ の範囲とすればよく、 0.5 dB 以下とするには $0.6\text{ d} + 1.00 \sim 0.6\text{ d} + 1.23$ の範囲とすればよいことがわかった。

【0052】なお、上記実施例では、1段の縦結合共振子型弾性表面波フィルタにつき説明したが、図9に示す弾性表面波装置21のように縦結合共振子型弾性表面波フィルタを2段縦続接続した構成であってもよい。ここでは、1段目の縦結合共振子型弾性表面波フィルタが、IDT23、24及び反射器25、26を有し、2段目の縦結合共振子型弾性表面波フィルタが、IDT27、28及び反射器29、30を有する。1段目及び2段目

の各縦結合共振子型弾性表面波フィルタは、図1に示した縦結合共振子型弾性表面波フィルタと同様に構成されており、IDT23のくし歯電極23a、23bのうち、一方のくし歯電極23bが、2段目の縦結合共振子型弾性表面波フィルタのIDT28のくし歯電極28a、28bのうち一方のくし歯電極28aに電氣的に接続されている。

【0053】弾性表面波装置21においても、IDT23、24、27、28を、上記実施例と同様に構成することにより、横モードによるリップルを効果的に抑圧することができる。

【0054】また、本発明に係る弾性表面波装置は、上記のような縦結合共振子型弾性表面波フィルタに限定されるものではない。すなわち、図10に示す1ポート型弾性表面波共振子31においても、水晶基板32上に形成されているIDT33を、上記実施例のIDT13、14と同様に構成することにより、横モードによるリップルを抑圧し得ることがわかる。なお、図10において、33a、33bはくし歯電極を、34、35は反射器を示す。

【0055】さらに、上記のように、本発明は、上記1ポート型弾性表面波共振子が複数配置されており、複数の弾性表面波共振子が電氣的に接続されてフィルタ回路を構成している様々な弾性表面波フィルタにも適用することができる。例えば、図11に示すように、複数の直列腕共振子S1～S3と、並列腕共振子P1～P4とを有するラダー型フィルタを構成するように、複数の1ポート型SAW共振子が水晶基板上において接続されている構造であってもよい。同様に、複数の1ポート型弾性表面波共振子がラチス型回路を構成するように接続されていてもよい。

【0056】また、上記実施例では、IDT13、14は、Taにより形成されていたが、本発明においては、IDTは、Alよりも質量の大きな適宜の金属を用いて構成され得る。また、IDTは、単一の金属材料により構成される必要は必ずしもなく、IDT全体がAlからなるIDTに比べて質量が大きい限り、複数の電極層を積層した構造であってもよい。その場合には、少なくとも1個の電極層が、Alよりも質量の大きな金属または合金からなる。

【0057】また、本発明に係る弾性表面波装置は、弾性表面波共振子や弾性表面波フィルタ等の様々な弾性表面波装置に適用し得るものであるが、例えば弾性表面波フィルタを構成した場合、移動体通信機の帯域フィルタとして好適に用いることができる。

【0058】図12において、アンテナ161に、ディプレクサ162が接続されている。ディプレクサ162と受信側ミキサ163との間に、RF段を構成する弾性表面波フィルタ164及び増幅器165が接続されている。さらにミキサ163にIF段の表面波フィルタ16

9が接続されている。また、ディプレクサ162と送信側のミキサ166との間には、RF段を構成する増幅器167及び弾性表面波フィルタ168が接続されている。

【0059】上記通信機160におけるIF段の表面波フィルタ169として本発明に従って構成された弾性表面波装置を好適に用いることができる。本発明に係る弾性表面波装置では、上記のように、水晶基板上に、Alよりも質量効果の大きな電極構造からなる少なくとも1つのIDTを備えている構成において、横モードにおけるリップルが0.5dB以下となるように、IDTメタライゼーションレシオd及び規格化膜厚 h/λ が所定の範囲に制御されている。この場合、このような規格化膜厚 h/λ を満たすIDTを形成しようとする場合、水晶基板上に金属膜を形成した後、反応性イオンエッチングまたはリフトオフプロセスによりパターニングして少なくとも1個のIDTを形成する方法が好適に用いられる。すなわち、Alを主体とする材料からなるIDTを構成する場合、従来、ウェットエッチングによるパターニングが広く用いられていたが、ウェットエッチングは超微細加工に不向きであり、上記特定の規格化膜厚 h/λ を満たす線幅のIDTを形成することは不可能であり、反応性イオンエッチングまたはリフトオフプロセスによるパターニング法を用いることにより、上記規格化膜厚 h/λ を満たす線幅の電極指を高精度に形成することができる。

【0060】また、本発明に係る弾性表面波装置において、水晶基板を研磨することにより周波数調整を行なう必要がある場合には、あるいはTa等の質量の大きな金属からなる電極層の下地に他の電極層を形成する場合等においては、Alよりも質量の大きな電極層による質量負荷に対する水晶基板の研磨による影響あるいは下地の電極層の質量負荷作用を総合的に考慮し、上記規格化膜厚 h/λ と等価な膜厚にIDTの膜厚を設定すればよく、それによって上記実施例と同様に横モードによるリップルを効果的に抑圧することができる。

【0061】

【発明の効果】第1の発明に係る弾性表面波装置では、横モードによるリップルが0.5dB以下となるように、IDTのメタライゼーションレシオd及び規格化膜厚 h/λ が所定の範囲に制御されている。従って、Alに比べて質量負荷効果の大きな電極からなるIDTを用い、電極指の対数を少なくして小型化を図った場合においても、横モードに起因するリップルを効果的に抑圧することができる。よって、小型であり、周波数特性に優れた、SHタイプを利用した弾性表面波装置を提供することができる。

【0062】第2の発明に係る弾性表面波装置では、水晶基板上にTaからなる少なくとも1つのIDTが形成されており、IDTの規格化膜厚 h/λ が、メタライゼ

イシオンレシオを d としたときに、 $0.6d+1.65 \sim 0.6d+1.81$ の範囲とされているので、横モードによるリップルを効果的に抑圧することができる。従って、 Ta からなる少なくとも1つのIDTを形成して、該IDTの電極指の対数を少なくして小型化を図った場合においても、横モードによるリップルを抑圧することができるので、小型であり、かつ周波数特性に優れた、SHタイプの表面波を利用した弾性表面波装置を提供することが可能となる。

【0063】第3の発明に係る弾性表面波装置では、水晶基板上に W からなる少なくとも1つのIDTが形成されており、IDTの規格化膜厚 h/λ が $0.6d+0.85 \sim 0.6d+1.30$ の範囲とされているので、IDTの電極指の対数を少なくして小型化を図った場合にも、横モードによるリップルを低減することができ、小型であり、周波数特性に優れた、SHタイプの周波数を利用した弾性表面波装置を提供することができる。特に、 h/λ を $0.6d+1.00 \sim 0.6d+1.23$ の範囲としたときには、横モードによるリップルをより効果的に抑圧することができる。

【0064】また、本発明に従って、複数のIDTを縦結合共振子フィルタを構成するように複数個形成した場合には、小型であり、周波数特性に優れた縦結合共振子フィルタを提供することができ、この場合、少なくとも2段の縦結合共振子型フィルタが縦続接続されていてもよい。

【0065】また、本発明に従って、IDTを1ポート型弾性表面波共振子を構成するように水晶基板上に配置した場合には、本発明に従って小型であり、かつ周波数特性に優れた1ポート型弾性表面波共振子を提供することができる。

【0066】同様に、水晶基板上に、複数のIDTを形成した構造において、各IDTが1ポート型弾性表面波共振子を構成し、かつ水晶基板上においてラダー型フィルタまたはラチス型フィルタ等を構成するように複数の1ポート型弾性表面波共振子を電気的に接続した場合には、本発明に従って、小型であり、かつ周波数特性に優れたラダー型フィルタやラチス型フィルタ等を提供することができる。

【0067】本発明に係る弾性表面波共振子の製造方法によれば、水晶基板上に $A1$ よりも質量負荷効果が大きい金属膜を形成し、横モードにはリップルが 1.0 dB 以下となるメタライゼイションレシオ d 及び規格化膜厚 h/λ を満たすように上記金属膜を反応性イオンエッチングまたはリフトオフプロセスにより、パターンニングすることにより少なくとも1個のIDTが形成される。従って、本発明に従って、電極指の対数を少なくして、小型化を図った場合でも、横モードリップルが抑圧された弾性表面波装置を提供することができ、しかも、上記反応性イオンエッチングまたはリフトオフプロセスにより

パターンニングが行なわれるので、上記規格化膜厚 h/λ を満たすIDTを確実に形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る弾性表面波装置を示す模式的平面図。

【図2】(a)、(b)は、メタライゼイションレシオ $d=0.75$ とし、 h/λ が 1.8% 及び 2.0% の場合の弾性表面波装置の減衰量周波数特性を示す。

【図3】(a)、(b)は、メタライゼイションレシオ $d=0.75$ とし、 h/λ が 2.2% 及び 2.4% の場合の弾性表面波装置の減衰量周波数特性を示す。

【図4】水晶基板上に Ta からなるIDTを構成した構造における規格化膜厚 h/λ と異方性指数との関係を示す。

【図5】本発明に従って横モードによるリップルが抑圧し得る範囲を示す図であり、メタライゼイションレシオと規格化膜厚 h/λ との関係を示す図。

【図6】(a)は、メタライゼイションレシオ $=0.75$ 、 $h/\lambda=2.15\%$ の場合に、電極指交差幅を 10λ 、 25λ 及び 40λ とした場合の各減衰量周波数特性を示す図であり、(b)は、メタライゼイションレシオ $=0.75$ 、 $h/\lambda=2.15\%$ の場合に、電極指交差幅を 60λ 、 80λ 及び 100λ とした場合の各減衰量周波数特性を示す図。

【図7】水晶基板上に W からなるIDTを構成した構造における規格化膜厚 h/λ と異方性指数との関係を示す。

【図8】本発明に従って横モードによるリップルが抑圧し得る範囲を示す図であり、メタライゼイションレシオと規格化膜厚 h/λ との関係を示す図。

【図9】本発明の弾性表面波装置の変形例を示す模式的平面図。

【図10】本発明の弾性表面波装置において構成されるフィルタ回路としての一例としてのラダー型回路を示す回路図。

【図11】本発明に係る弾性表面波装置が用いられている通信機を説明するための概略ブロック図。

【図12】本発明に係る弾性表面波装置が用いられている通信機他の例を説明するための概略ブロック図。

【図13】従来の弾性表面波装置の問題点を説明するための減衰量周波数特性を示す図。

【符号の説明】

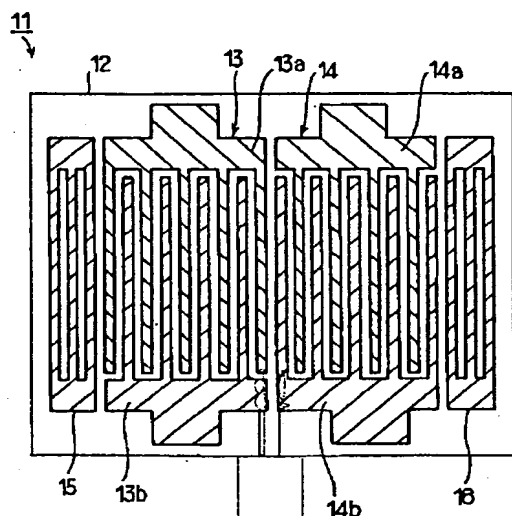
- 11…弾性表面波装置
- 12…水晶基板
- 13, 14…IDT
- 15, 16…反射器
- 21…弾性表面波装置
- 23, 24…IDT
- 25, 26反射器
- 27, 28…IDT

29, 30...反射器
31...弾性表面波装置
32...水晶基板

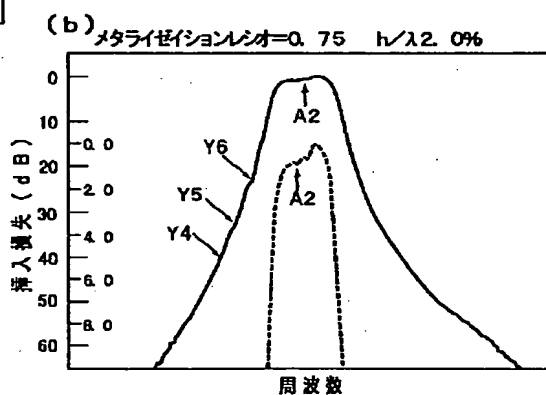
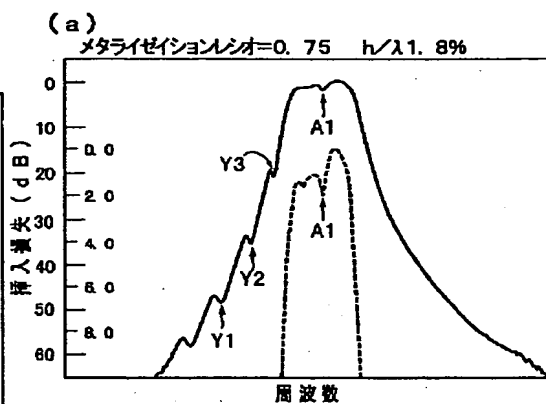
33...IDT
34, 35...反射器
41...ラダー型フィルタ

【図1】

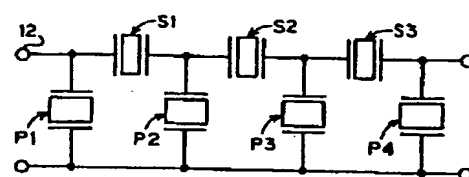
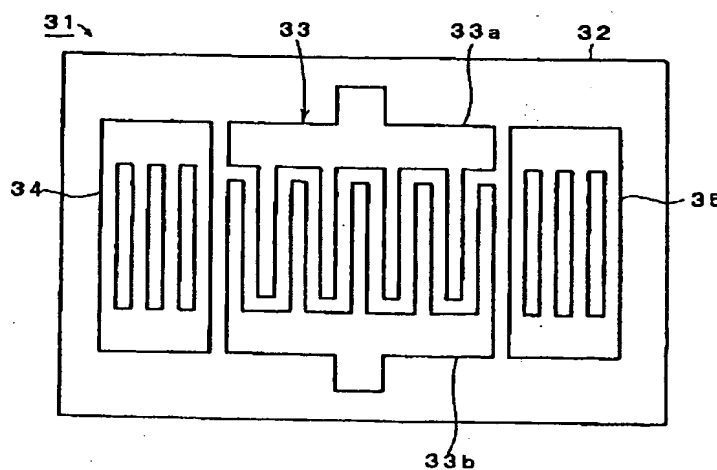
【図2】



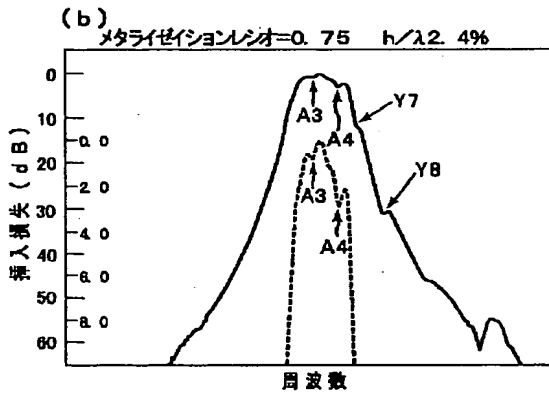
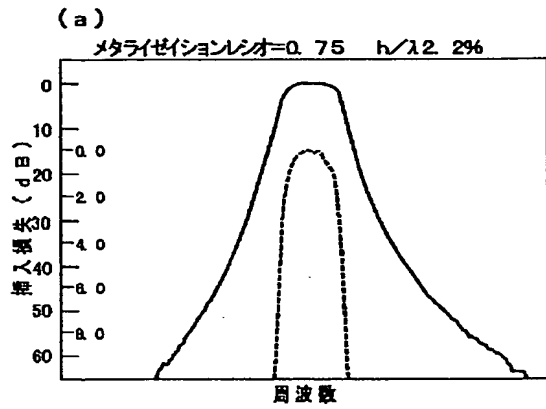
【図10】



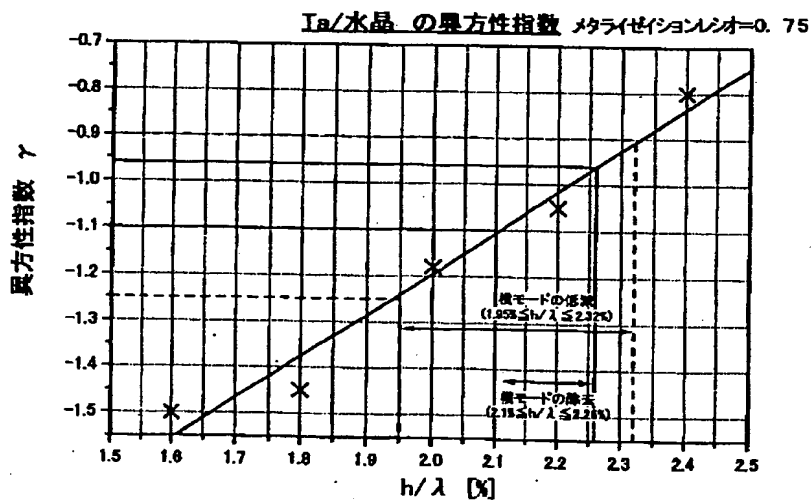
【図11】



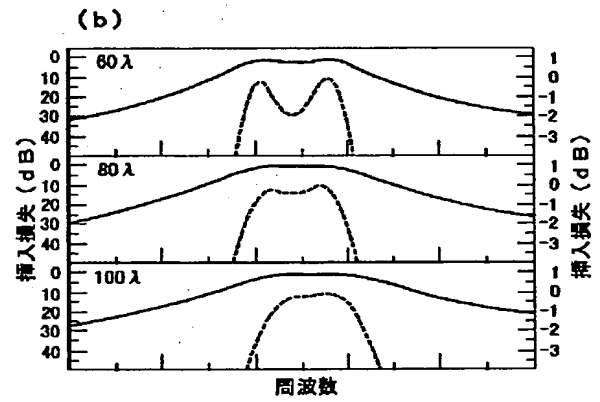
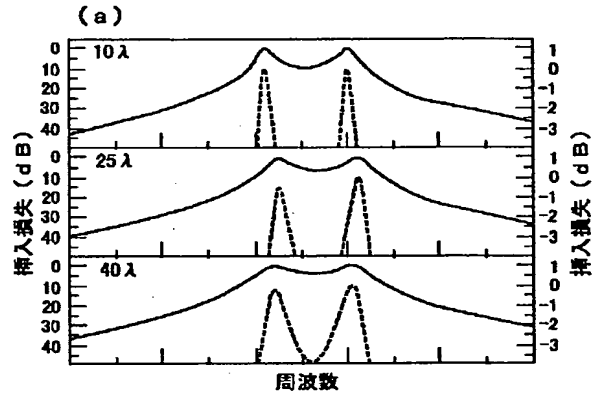
【図3】



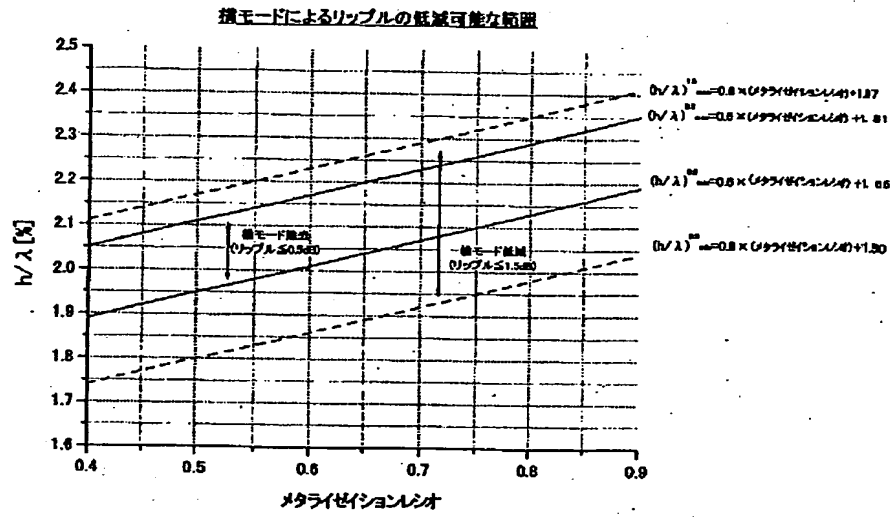
【図4】



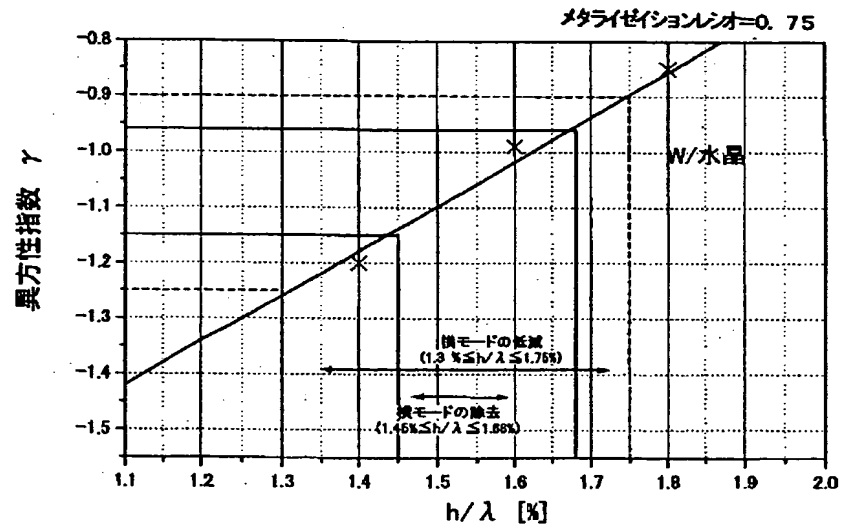
【図6】



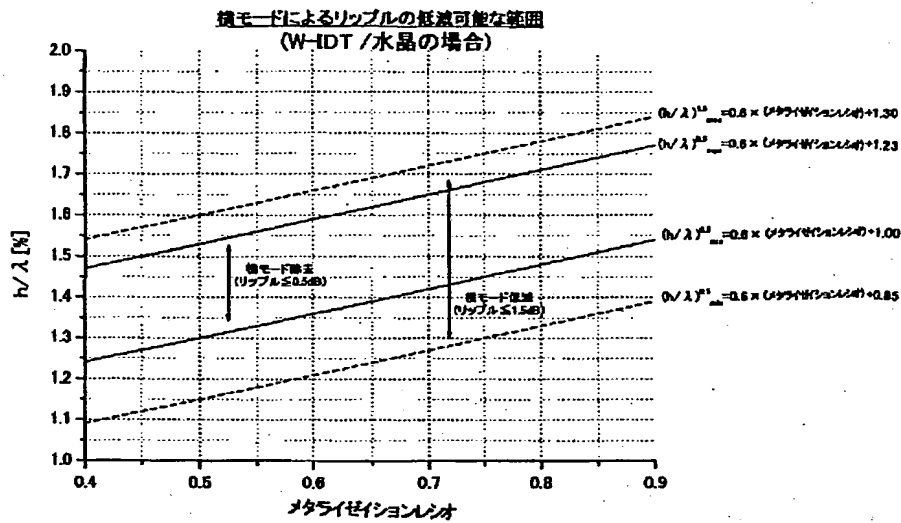
【図5】



【図7】

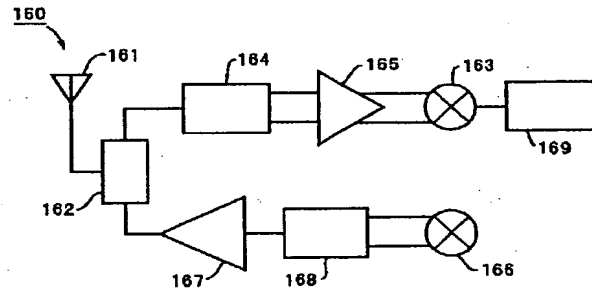
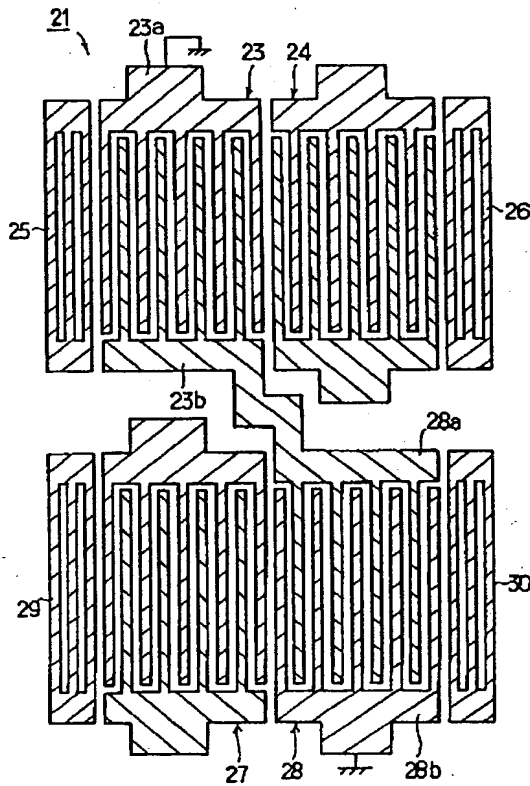


【図8】

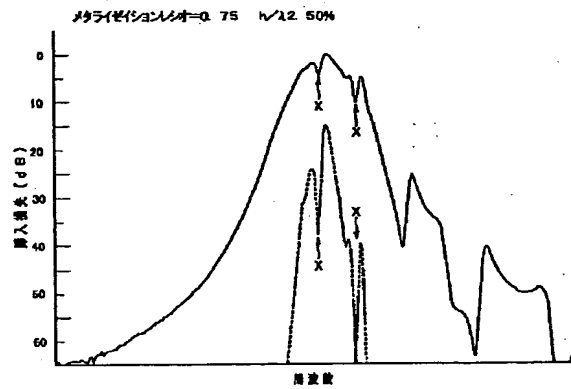


【図9】

【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 門田 道雄

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72)発明者 米田 年磨

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

Fターム(参考) 5J097 AA15 AA29 BB02 CC02 CC03
DD04 DD28 FF03 GG07 HA02
KK04 KK05